



① 日本国特許庁

公開特許公報

特 許 願 (3)

昭和 48 年 2 月 27 日

特許庁長官 三宅幸夫 殿

1. 発明の名称 **電気光学装置**
2. 発明者住所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

氏名 氏 名 (ほか1名)

3. 特許出願人郵便番号 211
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(522) 名 称 富士通株式会社
代表者 高羅芳光
4. 代理人 郵便番号 211
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内
(6433) 氏 名 弁理士 松岡 宏四郎
電話川崎(044)77-1111内線

5. 添付書類の目録

- | | |
|---------|-----|
| ① 明 細 書 | 1 通 |
| ② 図 面 | 1 通 |
| ③ 要 約 書 | 1 通 |

明 細 書

1. 発明の名称 電気光学装置

2. 特許請求の範囲

ランタン、ニオブ、もしくはビスマスを添加した透光性PZTセラミックスの表面に對向する電極を設け、該電極間に直線偏光を照射して光スイッチングさせる電気光学装置において、該セラミックスをヤニューリー一点以上に加熱して使用することを特徴とする電気光学装置

3. 発明の詳細な説明

本発明はランタン、ニオブ、もしくはビスマスを添加した透光性PZTセラミックスをヤニューリー一点以上に加熱して使用する電気光学装置に関するものである。

電気光学材料として透光性圧電セラミックスがあり、光スイッチ、メモリー、ディスプレイ等への応用がなされている。代表例として、ランタンを添加する(Pb, Zr, Ti)O₃セラミックス、即ちPLZTセラミックは常温において第1図の如き相図を持ち、用途別に組成範囲が分けられている。

①特開昭 49-114436

④公開日 昭49.(1974)10. 31

②特願昭 48-23609

②出願日 昭48.(1973)2. 27

審査請求 未請求 (全7頁)

庁内整理番号

⑤日本分類

7036 23

6628 53

7229 4A

6439 41

104 G0

98G04

130C0

203C1

電気光学的特性もこの晶系の変化に従って変り、例えば磁器を透過する光の偏光面と印加電界の関係は第1図の点線で囲まれたA、B、C各領域でそれぞれ1次電気光学効果、記憶効果、2次電気光学効果を示す。これらの特性を利用して、A領域では光変調、B領域では画像記憶、C領域では光スイッチなどの応用が考えられている。これらの組成のうち特に典型的な強誘電体透光性磁気(Pb, La)(Zr, Ti)O₃はZrとTiの原子百分率比が65対35である。

以下この組成についてランタンの原子百分率Xをパラメーターとして磁気電気光学特性を記述する。

ランタンの(Pb, La)(Zr, Ti)O₃磁器に固溶出来る境界はX=15であつて0≤X≤15の範囲で電気光学特性は記憶効果、2次電気光学効果電気制御光散乱効果の3つが表われる。

記憶効果とは次のようなものである。

交叉する偏光子の間にX≤8の(Pb, La)(Zr, Ti)O₃磁器を置き、磁器に直線偏光を入射させ

る。この入射光の偏光面は磁器のもつ残留自発分極の大きさによつて変化するので偏光子を透過する光量に変化する。即ち磁器の残留自発分極の大きさに応じて光情報が記憶される電気光学効果がある。

2次電気光学効果とは次のようなものである。

$X \leq 9$ の (Pb, La) (Zr, Ti) O₃ 磁器を透過する偏光面が磁器に印加される電界の2乗に比例して変化する電気光学効果をいう。

電気制御光散乱効果はXの値によつて2種の現象がある。

これは磁器を透過する光が磁器の微結晶のもつ光学的異方性のために各微結晶相互の屈折によつて多重反射、屈折される。この多重反射、屈折は各微結晶相互の屈折率差が最も大きくなる時、即ち各微結晶の自発分極の向きが互にランダムなときに大きくなるためであつて $X \leq 7$ の場合、偏光面の乱れと透過率の減少となつて現われる。 $X \leq 9$ の場合、偏光面の乱れのみが現われる。

この光散乱効果は波長依存性が少ないため白色光

の光スイッチとして有用であつて $X \leq 7$ の磁器では単独で光スイッチ素子として使用できる。

$X \geq 9$ の磁器では交叉する偏光子の間に磁器を置き光スイッチ装置を形成する。即ち偏光情報が保持されているとき、光は偏光子を通過せず乱れたとき偏光子を光が透過する光スイッチ装置である。これら記憶効果、2次電気光学効果と電気制御光散乱効果は同時に存在しており磁器の微結晶粒径によつて偏光情報を用いる記憶効果、2次電気光学効果と光散乱の主な電気制御光散乱効果のどちらか一方が優勢を示す。この結晶粒径の境界は2 μ m 前後であつて2 μ m より大きい場合、光散乱効果が優勢を示し、2 μ m 以下の結晶粒径では偏光情報を用いる記憶効果、2次電気光学効果が優勢となる。

これら2つを完全に分離することは困難で偏光情報を読み出す際に磁器中の多重光散乱による偏光情報の乱れを伴う。このため磁器を用いた光スイッチ装置では消光比の向上が難しい。

ここで前述した組成の (Pb, La) (Zr, Ti) O₃、

-250 V、すなわち絶対値で700 Vとなる。

またこのときの消光比は25 dB、光使用効率25%である。このスイッチを100 Vで駆動すると消光比は10 dB より小さくなり光使用効率が非常に悪くなる。

$X \geq 9$ の組成をもつ磁器を用いた光スイッチ装置も $X \leq 7$ の磁器と同じく消光比は厚み、電界によつて最大値を示す。

即ち、厚み200 μ m で電圧250 Vである。消光比は27 dB となる。これらの磁器を100 V_根で駆動する場合の消光比は $X \leq 7$ 、 $X \geq 9$ の磁器ともに10 dB 以下におちることが予想される。

次に記憶効果を用いた光スイッチの場合は $X \leq 8$ の磁器を用いるもので透過光の偏光面の変化を交叉する偏光子を用いた光の明暗に変え検知するものである。

素子構造は磁器表面に平行平面電極を付けた横型電極構造である(第2図b)

消光比は素子の厚み(光路長)が70 μ m になつたときに最大値をとる。電極間隔を1.0 mm とする

系磁器を用いた光スイッチ装置について駆動電圧、消光比、光使用効率の8点について考えてみる。これら8点は実用的な値としては次のような値である。

駆動電圧100 V、消光比20 dB、光の使用効率50%。

消光比は $10 \log_{10} \frac{I_{ON}}{I_{OFF}}$ 、 I_{ON} 、 I_{OFF} は電圧の印加、無印加時の透過光強度であり、光の使用効率とはセラミックに照射する光の強度に対する透過光の強度の割合である。

まず、電気制御光散乱効果を用いた光スイッチの場合は $X \leq 7$ の磁器を用いるときは素子自身の透過率の変化を用いて光スイッチ装置を作る。素子構造は磁器表面に透明電極を配置したいわゆる横型電極構造である(第2図a)。1はセラミック、2は電極である。消光比は素子の厚み(光路長)に依存しており、850 μ m の厚みで消光比は最大となる。また印加電界によつても消光比は変化し、+18 KV/cm、-7 KV/cm の差最大となる。この値を850 μ m の厚みにあてはめると+450 V、

と駆動電圧は+1200V, -600V が必要である。このときの消光比は15 dB, 光使用効率45%である。またこの素子を100V程度で駆動することは事実上不可能である。

最後に2次電気光学効果を用いた光スイッチ装置の場合は、 $X \geq 9$ 、結晶粒径2 μm 以下の組成のものである。電極構造は横型電極で第2図bのような構造である。第2図cのような構造の場合、光路長に制限はない。このため磁器中を透過する光の偏光情報が粒子による光散乱によつて乱されない場合、光路長を長くして駆動電圧を低くすることができる。ところが室温で動作する光スイッチ用磁器($X = 9, 10, 12$)は結晶粒径の小さなものでも光路長が長くなると透過光の偏光情報が乱され充分な消光比(20 dB 程度)が得られない。このため実用化されている光スイッチ用磁器の光路長は0.8 μm 程度であるが、ここで光路長1.0 μm 、電極間隔1.0 μm の磁器について消光比、駆動電圧について考えてみる。

$X = 9$ の磁器で消光比の最大値が得られる電圧

次に全ての強誘電性光スイッチ用磁器に共通な特性として、磁器をくり返し光スイッチングさせたときに結晶粒界に蓄わられる大きな空間電荷による分極の発生がある。

この空間電荷の発生は $X \leq 8$ の磁器で顕著であるが $X \geq 9$ の磁器にも存在する。このため $X \geq 9$ の磁器を用いて2次電気光学効果光スイッチ装置を駆動するとき、長時間、多数回の光スイッチングの間に空間電荷が増大し、このためによつて生じる分極によつて駆動電圧が零の場合でも磁器を透過する偏光面に変化を生じ消光比の減少をまねく。このため磁器を用いる光スイッチ装置は単結晶に較べ、これらの点について改善する必要がある。

以下(Pb, La)(Zr, Ti)O₃磁器をPLZTと略記して記述する。

いずれにしても、従来から知られている(Pb, La)(Zr, Ti)O₃系磁器を用いる光スイッチでは消光比を10dB以上に保つて動作電圧を100V程度にまで低下させることは至極困難である。

(半波長電圧)は210V, 消光比10 dBである。 $X = 10$ の磁器では半波長電圧610V, 消光比15 dBである。 $X = 12$ の磁器では半波長電圧1000V以上、消光比は20 dB 程度である。これら $X = 9, 10, 12$ の磁器を100Vで駆動すると消光比は10 dB 以下となる。光の使用効率はそれぞれ45%程度である。

以上8種類の電気光学効果を用いた光スイッチ用(Pb, La)(Zr, Ti)O₃磁器の組成と駆動電圧、消光比、光使用効率の値を表に示す。

磁器組成	電気光学効果	駆動電圧	消光比	光使用効率
1 $X \leq 7$	電気制御光散乱効果	700V	25dB	25%
2 $X \leq 8$	記憶効果	1800V	15dB	45%
3 $X \geq 9$	電気制御光散乱効果	250V	27dB	45%
4 $X = 9$	2次電気光学効果	210V	10dB	45%
5 $X = 10$	同上	610V	15dB	45%
6 $X = 12$	同上	1000V以上	20dB	45%

(注) 1は電極間隔1.0 μm である。

4~6の値は電極間隔、光路長ともに1.0 μm である。

本発明の目的は強誘電性PLZT磁器を室温で動作させると消光比が小さく実用的な光スイッチ素子とならない強誘電性PLZT磁器の動作温度を、その磁器のキュリー温度より高温に上げ、大きな消光比を示す実用的な光スイッチ材料の強誘電性PLZT磁器を提供するものである。次の目的は強誘電性PLZT磁器の動作温度をその磁器のキュリー温度より高温にしたときでも低い駆動電圧ですむ組成をもつ強誘電性PLZT磁器を用いた光スイッチ材料を提供することである。次の目的は強誘電性磁器をくり返し光スイッチ動作させたときに生じる消光比の低下を防ぐためにキュリー温度より高温側に動作温度をとつた強誘電性PLZT磁器を用いた光スイッチ材料を提供することである。これらの目的は本発明によれば、ランタン、ニオブもしくはビスマスを添加した透光性PZTセラミックスの表面に対向する電極を設け、該電極間に直線偏光を照射して光スイッチングさせる電気光学装置において、該セラミックスをキュリー点以上に加熱して使用することにより達成さ

れる。

以下、図面を参照して実施例に基づき説明する。

第8図は本発明にて用いた装置の構成を示し、8はレーザー光源、4は偏光子、5は加熱装置、6はPLZTセラミックス、7は作動電源、8は検光子、9は検知器である。好しくはPLZTセラミックスは 10^{-4} Torrの真空内に配置してセラミックス温度のゆらぎを防止する。

$(\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x)(\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y})_{1-x/40}$ で示されるPLZTにおいて透過率が良くスイッチング特性に優れるのは代表的には百分率で $X=8$ 、 $Y=65$ で、おおよそ相の境界近傍が好ましいものである。従つて $\text{Zr}/\text{Ti}=65/85$ にてランタンの添加量を相境界の近傍で変化するときの光スイッチの温度特性を調べてみると第4図の結果が得られた。第4図aは各組成での半波長電圧の温度依存性を示し、第4図bは各組成での消光比の温度依存性を示している。第4図aにて x が1.0より減少すると特性曲線は右側にシフトするのであるが $x=7$ に至るまで半波長電圧は減少する。し

かし、 $x=7$ を超えると再び半波長電圧は増大し $x=5$ では図示していないが $x=1.0$ と同程度の半波長電圧となる。温度の増加と共に半波長電圧は増加するが、その値自体極端に低下しているのがわかる。低電圧駆動の点から x は6以上8以下が最も好ましい。第4図bでは $x=6, 7$ のときキューリー点より急激に消光比が増大している。 $x=1.0$ のとき散乱効果が大きくキューリー点での急激な変化はない。尚、 $x=6, 7, 8, 9, 1.0$ におけるPLZTのキューリー点はそれぞれ175℃、155℃、115℃、90℃、80℃である。

例えば第8図の装置を用いるとき $x=7$ 、 $\text{Zr}/\text{Ti}=65/85$ の組成のPLZTセラミックスの動作温度を200℃とすると、120Vの駆動電圧で消光比を19 dBにすることができた。なお、光の使用効率は25%であつた。動作温度をキューリー点以上にとるため室温で動作したときに表われる空間電荷による消光比の減少をさけることができる。即ち、セラミックスをくり返しスイッチしたときに結晶粒界に蓄えられる大きな空間電荷に

よる分極の発生によつて駆動電圧が零の場合でもセラミックスを透過する偏光面の変化を生じ消光比の減少を招くが、動作温度をキューリー点以上好しくは20～50℃高くすることにより、そのような現象をさけることができる。

本発明による上例の低電圧駆動光スイッチ素子の半波長電圧を他の代表的なスイッチ材料と比較すると次表の如くなり、低電圧駆動の点から優れたものであることがわかる。

材 料	キューリー点	半波長電圧
ニオブ酸リチウム	1210℃	2.8 KV
タンタル酸リチウム	620～650℃	2.8 KV
チタン酸ランタン	室温以下	2.1 KV
本 発 明	150℃	0.12 KV

以上本発明を最も優れた透過率のPLZTセラミックスに関して説明してきたが、ニオブやビスマスを添加した透光性PLZTセラミックスが知られており、上記と同じくキューリー点以上で動作させれば、消光比を10 dB以上に維持して半波長電圧を100V前後にまで低下させることができる。

ものである。

従来においては、透光性PZTセラミックスをキューリー点以上で動作させることは全く試みられていなかったが、本発明によりPZTセラミックスをキューリー点以上で動作させて直線偏光を照射すれば、消光比を10 dB以上に保つて半波長電圧を100V前後に極端に低下でき、光スイッチは光変調器における高圧電源を不要となし、電気系統の簡素化が達成されるもので、実用上の効果は大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は公知のPLZTの相図、第2図aは縦電界形光スイッチ素子の斜視図、第2図bは横電界形光スイッチ素子の斜視図、第2図cは楕円形電極の光スイッチの斜視図、第8図は本発明の光スイッチ素子を動作させるための装置の構成図、第4図は本発明の実施例の光スイッチ素子の半波長電圧の温度依存性を示す図、第4図bは同じく光スイッチ素子の消光比の温度依存性を示す図である。

図面にて1はセラミックス、2は電極、3はレーザー光源、4は偏光子、5は加熱装置、6はPLZTセラミックス、7は作動電源、8は検光子、9は検知器である。

代理人 弁理士 松岡 宏四郎

図1

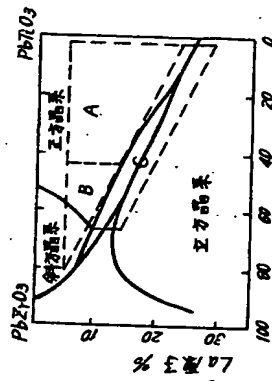


図2(b)

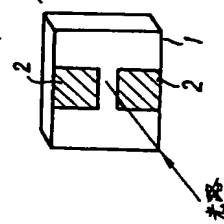


図2(a)

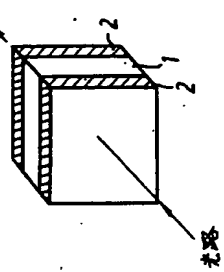
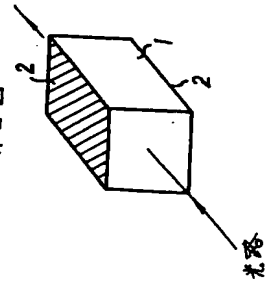


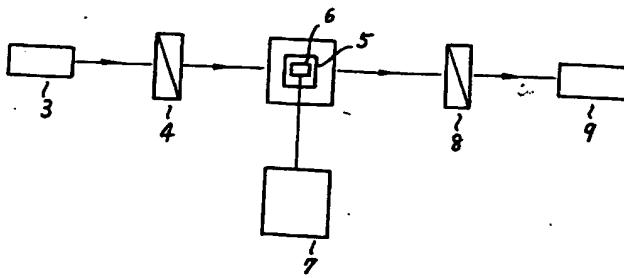
図2(c)



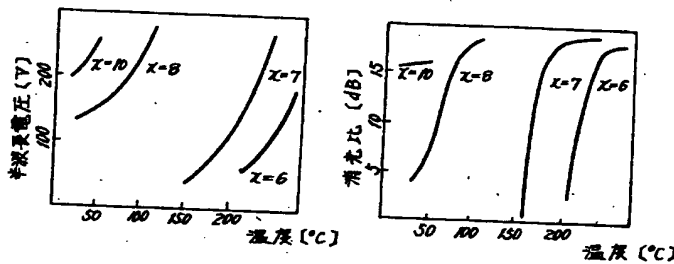
6. 前記以外の発明者

(1) 発明者住所

カミヤシナハナグロミコ ミナホ
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内
氏名 早 岡 憲太郎



オ 3 図



手続補正書(方式)

昭和48年8月2日

特許庁長官 高 藤 英雄 殿

特許庁審判長 殿
(特許庁審査官 殿)

1. 事件の表示

昭和48年特許願第23609号

2. 発明の名称

電気光学装置

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(522) 名称 富士通株式会社

4. 代理人

住所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(6433) 氏名 弁護士 松 岡 宏 四 郎

電話 川崎 (044) 77-1111 内線(2871)

5. 補正命令の日付

昭和48年 7 月 3 日

6. 補正により増加する発明の数

7 行

7. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明、図面の簡単な説明、項

8. 補正の内容

図面オ4図
別紙の通り

1) 本願明細書第1頁第18行目の「(Pb, Zr, Ti)O₂」を「(Pb, La)(Zr, Ti)O₂」と補正する。

2) 本願明細書第3頁第7行目の「 $x \leq 9$ 」を「 $x \geq 9$ 」と補正する。

3) 本願明細書第3頁第18行乃至第19行目の「 $x \leq 9$ 」を「 $x \geq 9$ 」と補正する。

4) 本願明細書第4頁第5行目の「…せず乱れた…」を「…せず、乱れた…」と補正する。

5) 本願明細書第9頁第6行目の「 $x \geq 9$ 」を「 $x \geq 9$ 」と補正する。

6) 本願明細書第11頁第7行乃至第8行目の「セラムックス温度」を「光ビーム」と補正する。

7) 本願明細書第14頁第17行目の「図は」を「図aは」と補正する。

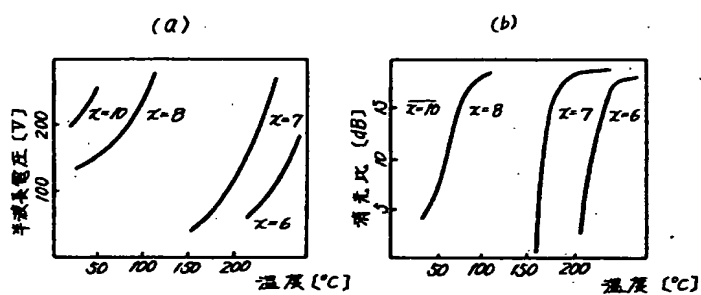
8) 本願図面の第4図を別紙の如く補正する。

代理人弁護士 松 岡 宏 四 郎

添付書類

訂正図面(オ4図) 1 葉

才 4 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)